

Предисловие главного редактора

УДК 006.91

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ – ВАЖНЕЙШЕЕ ЗВЕНО НАЦИОНАЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

С.И. Донченко

ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская обл.

director@vniiftri.ru

Обсуждаются вопросы роли и направлений деятельности метрологических институтов по обеспечению единства измерений в стране.

Ключевые слова: единство измерений, метрологический институт, эталонная база.

Развитие метрологии в передовых, технически развитых странах, повышение требований к точности измерений в последние десятилетия, необходимость развития отечественного метрологического обеспечения важнейших областей науки и производства настоятельно ставят сегодня вопрос о совершенствовании всей национальной системы единства измерений.

Важнейшим, высшим звеном этой системы являются государственные метрологические институты – метрологические научные центры, вносящие весомый вклад в метрологическое обеспечение промышленности, науки, обороны страны, в непрерывное развитие метрологии, достаточное для решения приоритетных задач в жизненно важных сферах экономики Российской Федерации, в том числе в таких перспективных технических направлениях, как нанотехнологии, авиаци-

Альманах современной метрологии, 2015, №2

онно-космические, биотехнологии и др.; в повышение уровня метрологического обслуживания энергетики, транспорта, перспективного машиностроения, экологии, медицины и других важнейших областей.

Результаты деятельности метрологических институтов должны способствовать повышению качества, конкурентоспособности, импортнезависимости отечественной продукции.

Обеспечение единства измерений (ОЕИ) согласно разработанной стратегии его развития до 2015 г., утверждённой 17 июня 2009 г. (приказ Минпромторга №5295), необходимо для получения достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в национальной экономике и торговле, в здравоохранении и охране окружающей среды, в сфере обороны, безопасности, защиты законных интересов граждан, юридических лиц, предпринимателей и

государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

Единство измерений в стране достигается в результате функционирования государственной системы обеспечения единства измерений (ГСОЕИ). Известно, что она базируется на трёх составляющих: технической (фундамент которой составляет эталонная база), нормативно-правовой и нормативно-технической (методические указания, методики измерений и поверки, правила, руководства, требования, ГОСТы и др.) и организационной (назначенные Правительством федеральные органы исполнительной власти, федеральные государственные предприятия и учреждения, а также аккредитованные в установленном порядке организации, которые осуществляют установленную государственным законодательством систему регулирующих мероприятий, направленных на обеспечение единства измерений в стране).

В развитии каждой из этих составляющих важнейшую роль играют метрологические институты. Они разрабатывают и развивают научно-методическую базу национальной системы, которая обеспечивает единство и достоверность измерений, осуществляют научно-методическое руководство верхни-

ми звеньями системы по всем видам измерений и передаче единиц низшим звеньям, ведут постоянную работу по хранению и совершенствованию эталонов единиц физических величин, разработке и созданию новых эталонов с учётом последних достижений науки, техники и технологий.

В государственных научных метрологических институтах проводятся все виды метрологических работ, необходимых для создания и совершенствования новой техники, проведения научных исследований, контроля качества продукции.

Достаточно просто перечислить основные направления деятельности метрологических институтов, чтобы представить объём, содержание и значимость выполняемых работ по обеспечению единства измерений. Это:

- проведение фундаментальных и поисковых исследований для создания высокоточных средств измерений;
- создание и совершенствование методов и средств метрологического обеспечения в различных областях измерений;
- создание, хранение и поддержание государственных первичных эталонов;
- разработка и изготовление вторичных и рабочих эталонов;

- разработка высокоточной измерительной аппаратуры;

- исследование метрологических характеристик создаваемой аппаратуры;

- поверка, калибровка, испытания для целей утверждения типа средств измерений различного назначения;

- разработка нормативной документации в области метрологического обеспечения;

- разработка методов и средств по обеспечению единства измерений;

- сотрудничество с международными метрологическими организациями, включая работы по сличениям национальных эталонов единиц величин;

- оказание услуг по испытаниям, поверке, калибровке средств измерений.

Направления, по которым метрологические институты ведут фундаментальные и прикладные исследования в области метрологии, охватывают практически все виды измерений, что видно на примере ФГУП «ВНИИФТРИ», одного из ведущих метрологических центров страны, который в 2015 г. отмечает своё шестидесятилетие (тема настоящей статьи, кстати, во многом определена этим событием).

Вот направления, по которым ВНИИФТРИ уже шестьдесят лет служит отечественной метрологии

[1,2], ведет исследования по обеспечению единства измерений в закреплённых областях:

- измерения времени и частоты, больших длин, координатно-временные и навигационные измерения;

- радиотехнические и электромагнитные измерения, измерения электрических и магнитных величин;

- измерения температуры, теплофизических величин в низкотемпературной области;

- измерения статических и динамических давлений, измерения твёрдости, физико-механических свойств материалов, средств и характеристик строительных материалов;

- акустические и ультразвуковые измерения в воздушной, водной и твёрдых средах;

- акустооптические и оптоэлектронные измерения;

- физико-химические и электрохимические измерения;

- измерения влажности газов;

- измерения характеристик полей и источников ионизирующих излучений и ядерных констант ядер, атомов и многозарядных ионов, гамма-газорезонансный и рентгенофлюоресцентный анализ;

- измерения диэлектрических свойств материалов;

- измерения параметров аэрозолей, аэроионов, гидрозолей и порошков,

параметров чистых помещений, связанных контролируемых сред и производств.

А также метрологические услуги, которые оказывает институт:

- поверка, калибровка средств измерений (СИ);
- испытания СИ в целях утверждения типа;
- НИР и ОКР в прикладной метрологии;
- разработка и аттестация методик выполнения измерений;
- метрологическая экспертиза;
- поставка (разработка и изготовление) СИ, в том числе стандартных образцов;
- аттестация испытательного оборудования;
- производственно-технологические работы;
- сертификация строительных испытательных лабораторий;
- аттестация чистых помещений;
- аттестация объектов информатизации;
- сертификация продукции;
- консультации по метрологии;
- услуги NTP серверов;
- услуги Центра испытаний на взрывоопасность, электромагнитную совместимость и др.

В этом примере довольно наглядно отражены направления деятельности метрологических институтов по выполнению ими функций мет-

рологических научных центров, обеспечивающих единство и достоверность в важнейших областях измерений.

Возьмём такую область, как измерение времени и частоты, столь востребованную различными отраслями экономики. Воспроизведение и хранение этих единиц является главной задачей ГМЦ ГСВЧ – Главного метрологического центра Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, созданного и функционирующего в рамках ФГУП «ВНИИФТРИ» как его структурное подразделение [3-5].

Независимое воспроизведение единиц времени и частоты осуществляется Государственным эталоном времени, частоты и национальной шкалы времени России с помощью метрологического цезиевого репера частоты фонтанного типа (МЦР), который был введён в эксплуатацию в декабре 2012 г. Его включение в состав ГЭТ 1-2012 позволило улучшить точность воспроизведения размера единиц времени и частоты почти на два порядка по сравнению с ГЭТ 1-98. Продолжаются исследования по оценке метрологических характеристик репера, одной из которых является неисключённая систематическая погрешность, в настоящее время составляющая не бо-

лее $5 \cdot 10^{-16}$. Точностные характеристики этой работы подтверждены результатами международных сличений.

По вопросам обеспечения единства измерений времени и частоты ВНИИФТРИ взаимодействует с международными метрологическими организациями. ГМЦ ГСВЧ принимает участие в формировании международной координированной шкалы времени UTC, что, несомненно, является важным достижением этой области измерений и в целом отечественной метрологии.

Не только в области измерений времени и частоты, но и в других областях метрологические институты поддерживают широкие международные связи с ведущими научными организациями многих стран, принимают активное участие в деятельности таких международных организаций, как Международный комитет мер и весов (МКМВ) и ряд его Консультативных комитетов, лаборатории Международного бюро мер и весов (МБМВ), Международное бюро времени (МБВ), Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ), Международная организация по стандартизации (ИСО), Международная электротехническая комиссия (МЭК), Организация сотрудничества государственных метрологических учрежде-

ний стран Центральной и Восточной Европы (КООМЕТ), Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) и др.; осуществляют многостороннее сотрудничество со странами СНГ в рамках Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации.

Важным фактором в сотрудничестве является участие метрологических институтов страны в Соглашении о взаимном признании национальных эталонов и выдаваемых сертификатов калибровки, осуществление комплекса работ по выполнению этого Соглашения путём участия в международных сличениях государственных эталонов и признании на международном уровне калибровочных и измерительных возможностей Российской Федерации.

Сошлюсь ещё раз на пример ВНИИФТРИ. Государственные (национальные) эталоны института в областях радиотехнических, гидроакустических измерений, измерений параметров ионизирующих излучений, параметров водных сред по результатам сличений получили признание международной эквивалентности, и сформированные ФГУП «ВНИИФТРИ» на этом основании измерительные и калибровочные возможности Российской Федерации по указанным видам измерений прошли международную экспертизу

и опубликованы на сайте МБМВ.

ВНИИФТРИ входит в число семи научно-исследовательских институтов страны – разработчиков и хранителей государственных эталонов.

Метрологические институты, являясь национальными научными центрами измерений высшей точности, оказывают огромное влияние на состояние и общий уровень измерений в стране. Они функционируют в постоянной связи с сотнями, тысячами научно-исследовательских и конструкторских организаций.

Так было на всех этапах развития метрологии в стране, начиная с момента создания в 1842 г. в Санкт-Петербурге Депо образцовых мер.

Началом научного становления метрологии считается 1893 год, когда на базе Депо образцовых мер была открыта Главная палата мер и весов.

Первым управляющим её стал Д.И. Менделеев. Великий учёный, внёсший в метрологию дух настоящей науки, организовавший первые научно-исследовательские метрологические лаборатории, где были созданы первые эталоны основных единиц измерений, постоянно подчёркивал важность наряду с научной также практической метрологии, отвечающей требованиям развития производительных сил страны.

Именно он заложил основы на-

циональной метрологической службы.

Традиции созданной великим Менделеевым Главной палаты мер и весов надолго определили пути развития отечественной метрологии, а затем были продолжены научно-исследовательскими метрологическими институтами, создававшимися в стране в соответствии с требованиями экономического развития.

Перед войной в стране действовали три ведущих метрологических института: в Ленинграде, Москве и Харькове.

В разгар войны для метрологического обслуживания промышленных районов Сибири и Урала организуются Новосибирский государственный институт мер и измерительных приборов, сегодня Сибирский научно-исследовательский институт метрологии (СНИИМ) и филиал ВНИИМ в Свердловске (в настоящее время Уральский научно-исследовательский институт метрологии УНИИМ).

В послевоенные годы перед научной метрологией встаёт новая задача – коренное усовершенствование и создание новых эталонов для развивающихся областей новой техники.

В 1955 г. под Москвой создаётся Всесоюзный научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений

(ВНИИФТРИ), вопрос о создании которого вставал еще до Великой Отечественной войны. Институт был организован на базе Центрального научно-исследовательского бюро единой службы времени – (ЦНИБ), образованного взамен Комитета службы времени при Пулковской астрономической обсерватории и прекратившего свою деятельность в связи с войной; Центрального научно-исследовательского института радиоизмерений, созданного в 1953 г., и Центрального научно-исследовательского института физико-технических измерений. Перед новым институтом была поставлена задача обеспечения различных отраслей народного хозяйства по основным областям новой техники: радиоэлектроники, ядерной техники, измерений низких температур и высоких давлений, акустики и гидроакустики [1].

Сегодня ВНИИФТРИ отмечает своё шестидесятилетие как крупнейший российский и международный метрологический центр, ведущий исследования более чем в тридцати направлениях, осуществляющий функции Главного метрологического центра Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, обеспечивая потребности в точных измерениях более тридцати секторов

экономики страны [2].

Потребителями научной продукции института сегодня выступают научные организации и промышленные предприятия почти из всех регионов России.

Важным этапом в развитии ВНИИФТРИ стали 60-е годы прошлого столетия. В это время правительственными органами перед метрологами была поставлена задача значительного повышения уровня техники измерений, создания новых средств измерений высшей точности, коренной реконструкции комплекса государственных эталонов, широкого и строгого контроля за измерительной техникой, полного охвата государственной поверкой всех применяемых в народном хозяйстве контрольно-измерительных и испытательных средств (Постановление Совета Министров СССР № 544 от 5 июля 1962 г. «О мероприятиях по развитию метрологии», Постановление Совета Министров СССР № 16 от 11 января 1965 г. «Об улучшении работы по стандартизации в стране»).

Поэтому было проведено дальнейшее расширение сети метрологических институтов и государственных контрольных лабораторий, оснащение их современным оборудованием. В 1965 г. были организованы Тбилисский филиал ВНИИМ,

Иркутский филиал ВНИИФТРИ, в 1966 г. – Казанский филиал ВНИИФТРИ.

В 60-е – 70 годы метрологические научные институты функционировали на Западе, Востоке, Юге страны. Были образованы филиалы ВНИИФТРИ в Львове (с лабораторией в Ужгороде), Ереване, Хабаровске (с лабораторией в Петропавловске–Камчатском) [1]. Ряд этих филиалов впоследствии преобразовались в самостоятельные метрологические учреждения, некоторые после 1991 года перестали быть российскими.

Правопреемником Казанского филиала ВНИИФТРИ стал Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии (ФГУП ВНИИР).

Что же касается восточных филиалов ВНИИФТРИ – Восточно-Сибирского, Дальневосточного, Петропавловск-Камчатского - после реорганизации в 2007 г. они успешно функционируют, являясь, в первую очередь, надёжными форпостами Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли в Сибири и на Востоке страны, выполняют работы в рамках ФЦП ГЛОНАСС, активно участвуют в модернизации эталонной базы страны [1,2].

С учётом огромных пространств нашей страны рассредото-

чение метрологических научных центров по всей территории позволяло более тесно взаимодействовать с промышленными и научными организациями, получать наибольший эффект от метрологических научных работ.

В.В. Бойцов, бывший в 1963-1984 гг. Председателем Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР, в предисловии к брошюре «Метрологическая служба СССР» так определил содержание её деятельности, в первую очередь метрологических институтов, – это: «...решение научно-технических проблем метрологии и осуществление необходимых законодательных и контрольных функций: установление государственной системы единиц физических величин, системы государственных эталонов этих единиц; создание образцовых измерительных средств и вообще методов и средств измерений высшей точности; определение физических констант и физико-химических свойств веществ и материалов, а также получение стандартных образцов этих свойств; разработка стандартных методов и средств испытаний и контроля, требующих высокой точности; разработка теории измерений, методов оценки погрешностей; проведение разнообразных

физических и математических исследований, связанных с решением перечисленных задач; надзор за приборостроением и эксплуатацией средств измерения, осуществляемый путём государственных испытаний разрабатываемых приборов, систематической поверки приборов в эксплуатации, ревизии состояния измерений на предприятиях и в организациях» [6].

Перестроечный период в развитии страны, драматичные девяностые годы стали серьёзным испытанием для метрологических институтов. Трудности осложнялись не только потерей части эталонной базы в связи с распадом Советского Союза, отсутствием должного финансирования, но и усилиями объявившихся «идеологов» развития нашей экономики, предлагавших отказаться от государственной системы эталонов физических величин. Трудности эти были преодолены. Важным фактором в развитии современной метрологии, системы обеспечения единства измерений стал новый закон № 102-43 «Об обеспечении единства измерений», подписанный Президентом России 26.06.2008 г. Выполнение мероприятий по его реализации во многом определило деятельность метрологических научно-исследовательских институтов в последнее время.

Исходя из того, что развитие измерений – одно из ключевых условий для производства конкурентоспособной высокотехнологичной продукции, принимая во внимание всё возрастающие требования отраслей промышленности, науки, экономики, обороны страны, социальной сферы к уровню метрологического обеспечения, ВНИИФТРИ, как метрологический научный центр, ведёт целенаправленную работу по коренной модернизации эталонной базы [7-10].

Работа проводится в соответствии с потребностями, в первую очередь, приоритетных направлений науки и техники, высоких технологий, для активного использования в ведущих отраслях промышленности, обороны страны, социальной сферы.

Здесь особо следует отметить работы, проводимые в рамках поддержания и развития системы ГЛОНАСС, по созданию комплексов метрологического и фундаментального обеспечения системы ГЛОНАСС, метрологического обеспечения средств измерений метрологических характеристик и испытаний навигационной аппаратуры потребителей.

Работа по поддержанию эталонной базы на высоком научном и техническом уровне обеспечивает научно-техническую независимость

страны, вносит вклад в достижение совместимости результатов измерений во всём мире, в выполнение международных обязательств России.

Национальные метрологические институты страны совершенствуют и создают новые эталоны в таких наиболее востребованных и важнейших областях, как механика, электромагнетизм, термодинамика, оптоэлектроника, физико-химия, ядерная физика. Вместе с тем, отвечая на вызовы современности, здесь ведутся широкие исследования по обеспечению единства измерений параметров окружающей среды, её метрологическому мониторингу, по метрологическому обеспечению нанотехнологий и nanoиндустрии. Растёт значимость метрологических исследований и в таких сферах, как химия, здравоохранение, биологические исследования. Так, во ВНИИФТРИ развиваются работы по метрологическому обеспечению измерений физико-химических параметров технологических сред (рН, рХ, аэрозоли, аэроионы) и окружающей среды с использованием как имеющейся эталонной базы, так и утвержденного в 2014 г. Государственного первичного эталона единицы концентрации растворённого в воде кислорода и водорода [11].

Метрологические научно-исследовательские институты, обеспечи-

вающие единство измерений в стране, её экономические и научные связи с другими странами, представляют собой многопрофильные научно-исследовательские организации, где ведутся крупные, проблемные физические исследования, направленные на поиск новых физических эффектов, которые могут быть использованы для уточнения фундаментальных физических констант, повышения точности и расширения диапазонов в отдельных видах измерений. Имея в своём распоряжении уникальные и наиболее точные измерительные средства, было бы неразумным отказываться от исследований общезначимого характера. Эти исследования дают ценные научные результаты, в частности при изучении характеристик как различных веществ, так и физических процессов, в которых достигается высокая достоверность результатов.

Поэтому интерес представляют проводимые в метрологических институтах теоретические и экспериментальные работы поискового характера, рассчитанные на перспективу развития отдельных видов измерений. Здесь можно отметить ряд научно-исследовательских работ, выполненных во ВНИИФТРИ в рамках ФЦП ГЛОНАСС, по эталонированию, передаче времени и определению параметров вращения Земли

на основе новых физических принципов и явлений [12].

Говоря о теоретических исследованиях в метрологических научных институтах, следует также указать на работы по общим вопросам метрологии, в частности разработке методологии оценки погрешностей измерения, определению длительности межповерочных интервалов - исследования, являющиеся крайне важными для создания и функционирования поверочных схем [2,12].

Проводимые в метрологических институтах исследования играют важную роль в достижении новых рубежей точности. Это чрезвычайно важно в современных условиях, когда повышение точности и расширение диапазонов измерений играют важную роль в метрологическом обеспечении инновационных процессов, основанных на применении новых технологий и новых материалов.

Литература

1. ВНИИФТРИ 50 лет. История и современность.- М.; ФГУП «Стандартинформ», 2006.
2. Измерительная техника, №1, 2015/ с. 3-73.
3. Государственная служба времени частоты и определения параметров вращения Земли.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ» 2013.
4. Метрология времени и пространства. Доклады 6-го Международного симпозиума, Менделеево, 17-19 сентября 2012 г.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ» 2013.
5. Метрология времени и пространства. Материалы 7-го Международного симпозиума, Суздаль, 17-19 сентября 2014 г.- Менделеево, ФГУП «ВНИИФТРИ» 2014.
6. Метрологическая служба СССР.- М.: Изд-во стандартов, 1968.
7. Радиотехнические эталоны для приоритетных научно-технических направлений и новейших технологий.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2012.
8. Создание и совершенствование эталонной базы в области радиочастотных электромагнитных измерений.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2013.
9. Метрология гидроакустических измерений. Материалы Всероссийской научно-технической конферен-

ции, Менделеево 25-27 сентября 2013 г., т.т. 1, 2.- Менделеево, ФГУП «ВНИИФТРИ» 2013.

10. Метрология в радиоэлектронике. Тезисы докладов IX Всероссийской конференции, Менделеево 17-19 июня 2014 г.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2014.

11. Физико-технические измере-

ния. Доклады совещания Подкомитета КОOMET ПК 1.8.1 "Электрoхимия", 17-18 сентября 2013 г.- Менделеево: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2014.

12. Альманах современной метрологии, №1, 2014.